

**ETUDE DE LA DATE D'APPORT ET DE LA FORME DE
L'ENGRAIS AZOTE SUR CANNE A SUCRE**

BUT

Ces tests de démonstration ont été mis en place par le SUAD et l'IRAT chez des planteurs de la zone Est pour étudier l'efficacité de plusieurs modalités d'application d'engrais dans un grand nombre de conditions de culture.

On a montré précédemment que l'apport tardif d'engrais N-P-K avait tendance à améliorer les teneurs en éléments minéraux de la canne sans entraîner une augmentation des rendements.

Les teneurs en azote et en potasse dans les essais précédents étaient souvent faible et pouvaient être des facteurs limitant du rendement.

Une première expérimentation sur la R 570 menée par le CERF dans la région Est a montré qu'un apport complémentaire d'azote réalisé en Janvier augmentait les rendements.

L'objet de cette expérimentation est de tester :

- l'effet de l'apport tardif d'azote et de potasse par rapport à un apport précoce,
- l'effet d'une dose complémentaire d'azote,
- l'effet de la forme de l'engrais azoté et l'effet d'un apport supplémentaire de soufre.

METHODE D'ETUDE

On a pu installer 16 tests dans des champs appartenant à des planteurs de la zone perhumide allant de Bras-Panon à Ste Rose. Les altitudes varient de 20 m à 400 m.

TA = 800 kg/ha de 15-7-24 après la coupe
TB = 800 kg/ha de 15-7-24, 3-4 mois après la coupe
TC = 800 kg/ha de 15-7-24 après la coupe + 40 N sous forme d'urée (90 kg/ha d'urée) 3 à 4 mois après la coupe
TD = 800 kg/ha de 15-7-24 après la coupe + 40 N et S sous forme de sulfate d'ammonium (190 kg/ha de sulfate), 3-4 mois après la coupe.

Chaque test concerne 10 lignes de canne sur 20 mètres de long. Cette surface étant subdivisée en 4 parcelles sur lesquelles on applique les 4 traitements. Le traitement herbicide précoce au Velpar est réalisé par nous-mêmes ainsi que les applications d'engrais. Des observations sur l'enherbement, la croissance, sont réalisées au cours de l'année.

Deux prélèvements sont réalisés pour suivre la nutrition minérale : un diagnostic foliaire et un diagnostic sur tige usinable.

Ces cannes sont pesées à la récolte et les analyses de richesse, pureté, fibre sont effectuées.

A partir des analyses de teneurs dans les feuilles ou dans les tiges, les calculs d'indice DRIS ont été effectués avec comme terme de comparaison, une population de référence dont les rendements ont été supérieurs à 120 t/ha en 1984.

Les cannes sont toutes des repousses de R 570 : 4ème, 5ème ou 6ème numéro de repousse selon les agriculteurs. Les sols sont tous des sols andiques développés soit sur matériau basaltique en place, soit sur un matériau d'origine alluvionnaire, soit sur cendre.

Sur les sols les plus acides, un chaulage léger a été fait en surface (1,6 t/ha de chaux magnésienne pour les pH < 5,5) en même temps que le 1er apport d'engrais.

RESULTATS

Typologie des sols : analyse de la fertilité chimique

Les sols (16) ont été analysés avant la mise en place de l'expérimentation (tableau I).

On remarque la grande variabilité des caractéristiques analytiques :

- les pH varient de 4,6 à 6,3
- l'azote varie de 1,5 % à 6 %
- les taux de phosphore assimilable de 40 à 600 ppm
- les taux de P total de 900 à 3250 ppm
- la somme des bases de 0,7 à 15,2 me %

Six sols présentent une combinaison de caractéristiques très faible leur donnant une fertilité faible : n° 1 - 2 - 3 - 8 - 12 - 13. Pour les autres, seule la teneur en potasse est toujours faible (excepté le n° 16), les autres caractéristiques étant variables. Le sol n° 16 a un complexe en bases très riche. La répartition de ces caractéristiques en 3 classes donne les distributions suivantes en % de 16 champs.

Tableau 1 : Distribution des principales caractéristiques chimiques de la fertilité des sols : nombre (%)

en %	Faible	Moyen	Fort
pH	2 (12)	9 (56)	5 (31)
Azote %	3 (19)	2 (12)	11 (68)
Phosphore ass.	5 (31)	2 (12)	9 (56)
Phosphore total	4 (25)	7 (43)	5 (31)
K % CEC	5 (31)	8 (50)	3 (18)
Calcium échang.	4 (25)	8 (50)	3 (18)
Capacité échang.	3 (18)	7 (43)	6 (37)

Diagnostic foliaire

Réalisé en Février-Mars, le DF a été fait sur les feuilles 3-4-5.

AZOTE

Les teneurs sont en général bonnes et les indices DRIS-Azote voisins de zéro, ce qui indique une nutrition normale.

On note quelques cas de légère déficience pour les champs n° 4 - 5 - 9 -14. L'effet des traitements est peu marqué : l'apport d'azote tardif influe sur la nutrition dans 30 % des cas seulement.

PHOSPHORE

Les teneurs sont moyens et les indices voisins de 0. Quelques cas de déficience pour les champs n° 1 et 2.

POTASSE

Les teneurs sont moyennes et les indices voisins de 0. 2 cas de déficience marquée pour les champs n° 14 et 15. L'effet des traitements n'apparaît pas.

CALCIUM

Teneur moyenne faible et indice DRIS négatif signifiant un niveau global déficitaire. Valeurs très faibles pour les champs 6 - 7 - 8 - 9 -12 - 13.

MAGNESIUM

Teneurs moyennes normales avec indices DRIS voisins de 0. Valeurs faibles surtout pour le champ 1 (sol très carencé en cet élément).

SOUFRE

Aucune déficience observée. L'apport de sulfate a augmenté la teneur en soufre dans 60 % des cas, et ceci, malgré les bonnes teneurs observées sur les traitements sans soufre.

Diagnostic tige

Nous ne disposons plus que de 12 résultats sur les 16 de départ, la récolte n'ayant pu être effectuée chez 4 agriculteurs.

AZOTE

Les teneurs et les indices sont plutôt forts dans l'ensemble. L'effet des traitements azotés n'apparaît pas.

PHOSPHORE

Les teneurs et les indices sont normaux, sauf dans 2 champs où apparaissent des déficits : 7 et 8.

POTASSE

On rencontre un grand nombre de champs n° 2 - 3 - 4 - 5 - 10 - 14 où les valeurs sont faibles sans effet marqué des traitements.

CALCIUM

Dans presque tous les cas, les teneurs et les indices montrent une déficience en cet élément. Carence très marquée champs n° 6 - 7 - 8 - 11.

MAGNESIUM

Teneurs moyennes à légèrement faibles en général. Déficit marqué pour les tiges du champ n° 1.

SOUFRE

Teneur et indices plutôt forts sans effet des traitements.

OBSERVATIONS EN COURS DU CYCLE

* Enherbement

Le contrôle des adventices a été assez efficace. 5 champs étaient enherbés en début de cycle : 11 - 12 - 13 - 14 - 16, et 3 le sont restés jusqu'à la fin : 12 - 13 - 14.

* Densité de cannes au mètre

Assez peu de variabilité dans le temps et entre champs. On note cependant des minima de 6 et des maxima de 12. Il n'y a pas d'effet des traitements.

* Hauteur moyenne

On note des hauteurs très différentes entre champs, mais peu de variation entre traitements. A la récolte, les hauteurs varient de 2 m à plus de 3 m et elles sont fortement liées aux rendements en tige.

* Rendement en cannes usinables

Les rendements sont très variables de 50 t à 150 t/ha suivant les champs. Dans un même champ, les variations peuvent être fortes d'une parcelle à l'autre. La question est de savoir si réellement ces différences de rendement sont imputables aux traitements.

Ne pouvant utiliser la statistique classique pour ces tests, nous ne pouvons faire que la typologie des parcelles et essayer de trouver des variables explicatives des rendements enregistrés.

- En comparant A à B (effet de la date d'apport du N-P-K)
:

- A > B 3/12 soit 25 %
- B > A 7/12 soit 58 %
- 2/12 étant indifférent

- En comparant A à C (effet d'un apport supplémentaire d'azote) :

- A > C 3/12 soit 25 % (les mêmes que précédemment : A > B)
- C > A 4/12 33 %
- indifférent 5/12 41 %

- En comparant C à D (effet du soufre) :

- C > D 0 = 0 %
- D > C 2/12 = 16 %
- indifférent 10 /12 83 %

Toutefois, aucun effet des traitements n'est franchement marqué sur les rendements dans ces conditions.

Il semble bien apparaître que l'apport de N-P-K tardif soit meilleur dans la moitié des champs. Cet effet ne serait expliqué que par la potasse et non par l'azote. La supériorité des traitements BCD par rapport à A apparaît sur les rendements inférieurs à 90 t. Au dessus de 90 t, ceci n'apparaît plus.

ANALYSE DES CANNES A LA RECOLTE

- Richesse : elle varie de 12 % à 17 %. Il n'y a pas d'effet visible des traitements.

- Fibre : La teneur varie de 12 à 16 %. IL n'y a pas d'effet visible des traitements.

RECHERCHE DE VARIABLES EXPLICATIVES DES RENDEMENTS

Nous avons essayé de voir si les rendements observés étaient liés aux variables du sol.

Pour cela, nous avons étudié la forme des nuages de point dessinés par les rendements en fonction de chaque variable sol : construction de graphiques $Y : f(x)$.

Il s'avère qu'il n'y a aucune liaison directe visible.

La seule remarque intéressante est qu'il n'y a pas de rendements supérieurs à 90 t pour des teneurs en P total inférieures à 2000 ppm.

Nous avons ensuite découpé en 3 classes (faible - moyen - fort) toutes les variables mesurées ou calculées (indices DRIS).

Ces variables étant transformées en variables qualitatives, on a fait apparaître leurs distributions et leurs gammes de variation au moyen d'histogrammes de répartition.

On dénombre les effectifs attachés à chaque modalité en inscrivant le numéro de chaque parcelle, cette analyse graphique permet de juger de l'effet des traitements.

Enfin, en croisant dans des tableaux de contingence, les variables à expliquer : le rendement et la richesse avec les variables explicatives : indices DRIS, variables sol etc..., on peut dénombrer les effectifs attachés à chaque modalité et apprécier l'effet de la variable explicative. Une liaison entre variables peut ainsi être détectée.

Dans tout ce que nous avons regardé, aucune explication simple ne peut être retenue. Il est vrai que le nombre réduit de parcelles $12 \times 4 = 48$, donne un échantillon un peu faible pour de telles études.

Malgré tout, il serait possible que certaines liaisons existent, mais qui sont peu nettes à notre niveau d'étude :

- rendement et indice K feuille
- rendement et K % CEC du sol
- rendement et nombre de tiges au mètre

Etant donné la grande hétérogénéité des variables observées et le peu de liaison qu'elles ont entre elles, il nous a paru inutile de pousser l'interprétation plus loin, notamment par des diagrammes d'AFC ou d'ACP.

CONCLUSION

La méthode employée qui est une méthode hybride entre des essais multilocaux (sans répétition ici) et l'enquête diagnostic (confirmation de certaines hypothèses) permet d'avoir une grande gamme de variations des variables suivies : variables liées au rendement, variables liées au sol, etc...

Ce dispositif ne permet pas un traitement classique statistique des résultats et le manque de répétition en un lieu ne permet pas d'avoir une appréciation sur l'homogénéité du terrain.

Or, il semble bien que l'on ait une très forte hétérogénéité qui ne permet pas d'étudier l'effet des traitements dans certains cas. Seuls des essais à blanc auraient permis d'apprécier cette hétérogénéité.

Les mesures des quelques variables que nous avons pu faire ne permettent pas d'expliquer la variabilité des rendements observés. Certains facteurs sont certainement plus déterminants, mais nous les avons sous-estimés au départ et pas pris en compte dans cette étude.

Les résultats pratiques de cette étude sont les suivants :

- avant le choix des parcelles, il faudrait évaluer l'hétérogénéité du champ par un essai à blanc,
- disposer d'au minimum de 3 répétitions par site d'accueil,
- de réaliser des traitements plus contrastés : ici l'apport supplémentaire d'azote n'est pas assez important pour que l'on puisse mettre son action en évidence,

- de prendre en compte d'autres éléments rentrant en compte dans l'élaboration du rendement : le simple comptage de tiges (densité-tallage), les mesures, la nutrition, les caractéristiques chimiques du sol ne sont pas suffisants.

Par exemple, nous n'avons pas tenu compte des microclimats puisque la zone est perhumide. Cependant, les excès d'eau peuvent être importants comme un des facteurs explicatifs et l'altitude peut également avoir un effet sur la température et l'ensoleillement.

- l'apport tardif d'engrais semble donner un léger supplément dans la moitié des cas, ceci peut être le fait de l'apport retardé de la potasse dans des champs déficients en cet élément, plus que de l'apport d'azote.

- le complément azoté, quelque soit sa forme, n'a pas eu d'action dans ces conditions. La faible quantité apportée n'est pas suffisante dans les conditions d'expérimentation pour produire un surplus mesurable.

P.F. CHABALIER
Mars 1987

N° des champs - Nom des agriculteurs

- 1- MAILLOT Alix
- 2- TETRY Jean-Claude
- 3- TETRY Jean-Claude
- 4- TETRY Axel
- 5- VOULAMA Léonard
- 6- PICOT Gérard
- 7- CHANE-KENE
- 8- NOCHE Camille
- 9- CAMALOU Maxime
- 10- HENRI Charles
- 11- HENRI Charles
- 12- MORIN Félix
- 13- MORIN Germain
- 14- GOSSARD Gilbert
- 15- LEDENOU Jean-Paul
- 16- NARALINGOM Roland

Tableau 1 : Résultats d'analyses de sol chez les agriculteurs 1986

	Humidité	PM		Matière organique	Phosphore		Complexe absorbant								
	% eau	H ₂ O	Test NAF	N %.	P. ass	P. t.	Ca	Mg	K	Na	Somme des bases	CEC	Saturation %	K/CEC	Mg/Ca
1	32,98	4,68	7,86	1,51	40	900	0,13	0,28	0,11	0,17	0,69	1,20	57,50	9,17	2,15
2	46,60	5,37	8,46	2,90	190	1970	2,23	1,46	0,17	0,31	4,35	7,10	61,27	2,39	0,74
3	49,58	5,32	8,74	3,41	225	1350	2,08	1,64	0,17	0,31	4,20	7,10	59,15	2,39	0,79
4	67,33	5,83	9,77	4,46	661	2040	1,93	0,92	0,18	0,12	3,15	3,80	82,89	4,74	0,48
5	88,40	6,32	9,72	6,16	521	1980	5,41	1,71	0,10	0,14	7,36	8,80	83,64	1,14	0,32
6	49,25	5,02	7,99	4,74	561	2960	0,81	0,65	0,11	0,24	1,81	3,30	54,85	3,33	0,80
7	48,01	4,79	7,89	3,46	129	2110	0,81	0,65	0,12	0,19	1,77	3,30	53,64	3,64	0,80
8	41,65	5,33	8,39	2,54	61	1670	1,36	1,01	0,13	0,21	2,71	5,80	46,72	2,24	0,74
9	75,43	6,33	9,42	5,41	311	1850	2,99	2,65	0,12	0,14	5,90	6,70	88,06	1,79	0,89
10	54,76	5,42	8,27	3,55	500	3150	1,65	1,01	0,05	0,26	2,97	4,50	66,00	1,11	0,61
11	55,36	5,29	8,98	3,84	378	3250	1,65	1,01	0,14	0,26	3,06	5,80	52,76	2,41	0,61
12	89,73	5,27	8,92	1,99	25	1160	0,64	0,29	0,04	0,19	1,16	2,60	44,62	1,54	0,45
13	74,27	5,21	8,33	1,86	70	1870	1,50	1,01	0,09	0,25	2,85	2,60	> 100	3,46	0,67
14	44,03	5,30	9,30	5,10	760	2500	2,50	1,30	0,14	0,95	3,94	5,30	74,34	2,64	0,52
15	93,78	5,89	9,06	5,38	222	1400	4,89	3,20	0,17	0,14	8,40	8,80	95,45	1,93	0,65
16	79,94	5,97	8,98	4,09	78	2300	8,11	6,30	0,69	0,17	15,27	15,10	> 100	4,57	0,78

Tableau 2 : Tonne/ha Canne - Agriculteurs 1986

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Moyenne
A	61,1	69,1	53,3	66,2	94,9	121,1	133,8	62,4	-	100,9	84,7	-	-	40,9	-	102,7	
B	56,9	92,2	77,1	76,4	78,9	148,9	111,3	72,4	-	64,4	99,8	-	-	50,7	-	106,7	
C	55,1	76,9	90,7	80,9	78,0	116,4	87,8	58,7	-	83,6	88,7	-	-	65,1	-	115,5	
D	56,4	78,9	87,8	69,8	72,0	143,3	129,8	64,4	-	87,8	81,8	-	-	50,0	-	123,1	

Tableau 3 : Récolte de cannes

A- Richesse

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Moyenne
A	13,0	14,7	14,6	15,4	14,9	15,7	12,3	13,8	-	13,1	13,8	-	-	15,0	-	12,9	
B	12,0	14,5	15,4	17,1	14,4	15,0	14,3	13,5	-	12,9	13,4	-	-	15,0	-	14,2	
C	12,5	14,6	14,9	15,9	14,6	15,6	12,6	13,3	-	13,7	13,8	-	-	14,4	-	13,5	
D	12,5	15,1	14,6	16,1	14,8	15,6	11,7	13,6	-	13,5	14,5	-	-	14,3	-	13,4	

B- Pureté

A	89,8	89,0	89,2	92,1	91,3	91,1	90,0	91,6	-	89,5	89,4	-	-	91,8	-	88,6	
B	86,7	88,9	89,4	93,5	90,9	90,4	104,5	91,8	-	90,2	88,5	-	-	91,2	-	90,7	
C	88,4	89,9	90,7	93,5	91,4	91,0	91,1	91,8	-	91,4	91,4	-	-	89,8	-	90,4	
D	88,4	90,6	89,9	92,7	90,7	90,7	88,3	92,2	-	90,2	89,8	-	-	90,3	-	89,6	

C- Fibre

A	12,7	15,5	16,6	14,1	14,4	12,7	12,2	12,2	-	13,0	13,4	-	-	15,2	-	13,0	
B	13,2	14,4	14,4	13,5	15,2	12,8	11,5	12,9	-	11,7	12,0	-	-	14,1	-	13,8	
C	12,6	15,7	14,8	14,8	14,8	13,9	11,8	13,5	-	11,8	13,5	-	-	15,8	-	13,6	
D	13,5	14,4	13,7	14,9	15,0	12,8	12,5	12,2	-	11,9	13,6	-	-	16,0	-	12,8	

Tableau 4 : Nombre de cannes au m - 2ème observation 1986
(6 mois après la coupe)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Moyenne
A	8	9	8	8	8	11	8	8	10	9	8	8	7	6	10	8	
B	8	9	9	8	8	13	8	9	11	8	8	10	10	7	10	7	
C	8	9	10	9	8	11	8	8	11	10	8	8	9	8	10	7	
D	7	11	9	8	8	13	9	7	10	9	7	8	6	8	11	9	

Tableau 5 : Hauteur moyenne d'une canne en cm - 2ème observation 1986
(6 mois après la coupe)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Moyenne
A	211	190	209	240	255	284	325	255	277	271	282	166	215	164	244	266	
B	196	258	242	241	255	284	302	241	272	235	263	188	194	179	255	287	
C	180	222	252	239	269	277	293	247	289	273	317	206	190	193	225	310	
D	176	247	259	224	248	291	288	243	292	253	287	187	203	186	246	289	